

Perancangan Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM II untuk Meningkatkan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* Mesin *Filling R-24 A* (Studi Kasus PT X)

Indriyani Rachmayanti, dan Yudha Prasetyawan

Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: yudhaprase@gmail.com

Abstrak—PT X merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi kosmetik lokal. Salah satu mesin yang digunakan dalam proses produksi kosmetik adalah mesin *filling R-24 A* yang digunakan untuk mengisi cairan ke dalam botol-botol kosmetik pada unit produksi cairan kental berupa *milk cleanser*. Mesin ini sering mengalami kerusakan pada komponen penyusunnya sehingga produktivitas perusahaan terganggu. Hal ini dibuktikan dari target tahunan yang sering tidak tercapai akibat tingginya *downtime*. Penelitian ini membahas mengenai penjadwalan *maintenance* menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II. Penggunaan RCM II *information worksheet* dilakukan untuk melakukan *failure mode and effect analysis* (FMEA) dari setiap kegagalan. Selain itu, penggunaan RCM II *Decision worksheet* juga digunakan untuk menentukan kegiatan pemeliharaan yang tepat. Kemudian dilakukan perhitungan interval perawatan sebagai dasar pembuatan kalender penjadwalan *maintenance*. Hasil dari analisis menggunakan RCM II adalah terdapat 5 komponen dengan kegiatan perawatan *scheduled on condition*, 2 komponen dengan kegiatan perawatan *scheduled restoration task*, 2 komponen menggunakan perawatan *scheduled on discard task* dan 1 komponen dengan kegiatan *no scheduled maintenance*. Estimasi peningkatan nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin *filling R-24 A* adalah sebesar 7,44% dan efisiensi biaya sebesar 16,63% atau setara dengan Rp. 33.308.442.

Kata kunci—*Reliability Centered Maintenance II*, *Interval Perawatan*, *OEE*, *FMEA*

I. PENDAHULUAN

MENURUT Kemenperin (2019), pada tahun 2018 terjadi pertumbuhan industri kosmetik sebesar 7,6 %. Sedangkan pada tahun 2019 Kementerian Perindustrian memprediksi terjadi kenaikan hingga 9% dengan jumlah perusahaan sebesar 760 perusahaan per tahun 2017. Berdasarkan hal tersebut, Kementerian Perindustrian telah menjadikan industri kosmetik sebagai sektor andalan dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035.

PT X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri kosmetik dan merupakan produsen salah satu merek kosmetik lokal. Pada PT X terdapat mesin *filling* yang berfungsi untuk pengisian cairan ke dalam botol-botol kosmetik. Salah satu permasalahan yang terjadi di PT X adalah komponen mesin *filling R-24 A* yang berada pada unit produksi cairan dan

digunakan untuk produksi cairan kental berupa *milk cleanser* sering mengalami kerusakan sehingga mengganggu kegiatan produksi. Hal ini dapat dilihat dari jumlah kerusakan yang terjadi pada mesin *filling R-24 A* di PT X. Kerusakan yang terjadi pada mesin *filling R-24 A* sebanyak 112 kerusakan selama periode waktu Januari 2017-Desember 2019. Mesin yang mengalami *breakdown* akan menyebabkan produktivitas perusahaan terganggu karena bisa menyebabkan *downtime*. *Downtime* memberikan pengaruh penurunan jumlah *output*, meningkatkan biaya operasional dan mempengaruhi pelayanan terhadap pelanggan [1]. Selama ini kegiatan *maintenance* yang dilakukan pada PT X hanyalah dengan melakukan perawatan sebulan sekali seperti melakukan *lubrikasi* dan pengecekan secara umum pada semua mesin yang dimiliki, serta melakukan penggantian/perbaikan komponen apabila terjadi kerusakan (*corrective maintenance*). Namun, penjadwalan tersebut masih bersifat kondisional berdasarkan jenis kerusakan komponen dan subjektifitas bagian produksi. Untuk itu perlu dilakukan analisis kinerja *maintenance* lebih lanjut untuk menentukan kebijakan *maintenance* yang efektif berdasarkan keandalan dan waktu antar kerusakan komponen untuk meningkatkan efektifitas mesin tersebut.

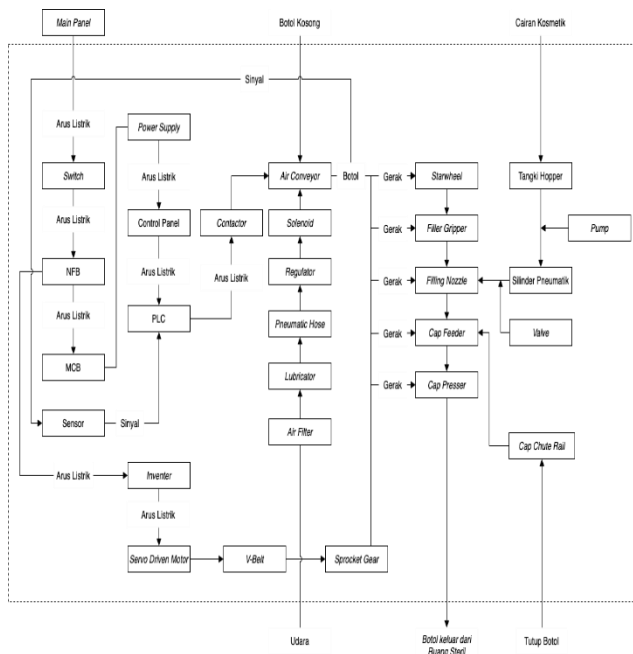
Penelitian ini diharapkan mampu melakukan perhitungan terhadap efektifitas mesin *filling R-24 A* menggunakan *Overall Equipment Effectiveness*. Selain itu juga dapat memberikan rekomendasi kegiatan perawatan dan interval waktu perawatan yang efektif untuk komponen mesin *filling R-24 A* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II*. Dengan demikian, nilai *availabilitas* dan efektifitas mesin *filling R-24 A* diharapkan akan mengalami peningkatan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data-data yang dibutuhkan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan, sedangkan data primer sendiri didapatkan dari data historis yang dimiliki oleh perusahaan.

Data-data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian antara lain data perbaikan kerusakan komponen, data penyebab



Gambar 1. FBD Mesin Filling R-24 A.

downtime, data produksi berupa kapasitas produksi, jumlah produk yang mengalami defect, waktu setup and adjustment serta data running time mesin.

Pengolahan data akan dilakukan dengan melakukan perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada kondisi eksisting, Pengolahan data dengan Reliability Centered Maintenance II, serta perhitungan biaya maintenance.

B. Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap ini akan dilakukan proses interpretasi data dari tahap sebelumnya, baik berupa hasil perhitungan maupun pengisian worksheet. Selanjutnya akan dilakukan Analisis hasil perhitungan dan pengisian worksheet, serta dilakukan perhitungan estimasi peningkatan nilai OEE dari kondisi eksisting setelah adanya rekomendasi perbaikan yang diberikan.

C. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari kegiatan penelitian dengan menjawab tujuan yang telah dibuat diawal. Selain itu juga akan diberikan saran yang nantinya diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan objek penelitian.

III. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

A. Perhitungan Nilai OEE Awal Mesin Filling R-24 A

Perhitungan OEE dilakukan untuk mengetahui nilai efektifitas mesin filling R-24 A pada kondisi eksisting seperti dalam tabel 1, tabel 2, tabel 3, dan tabel 4.

B. Functional Block Diagram (FBD)Mesin Filling R-24 A

Pembuatan functional block diagram dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antar komponen penyusun mesin filling -24 A seperti dalam gambar 1. Penyusunan dilakukan dengan melakukan diskusi dengan pihak perusahaan.

Tabel 1. Perhitungan Availability Rate Mesin Filling R-24 A

Bulan	Loading Time (Hour)	Operating Time (Hour)	Availability (%)
January	136	107,80	79,26
February	143	120,02	83,93
March	128	106,65	83,32

Tabel 2. Perhitungan Nilai Quality Rate Mesin Filling R-24 A

Bulan	Production Amount (Unit)	Defect/Rework Amount (Unit)	Produk Baik (Unit)	Quality Rate (%)
January	189.468	2.961	186.507	98,44
February	199.463	4.387	195.076	97,80
March	189.167	3.891	185.276	97,94

Tabel 3. Perhitungan Nilai Performance Rate Mesin Filling R-24 A

Bulan	Operating Time (Hour)	Production Amount	Ideal Cycle Time (Hour)	Performance Rate (%)
January	107,80	189.468	0,0005	87,88
February	120,02	199.463	0,0005	83,10
March	106,65	189.167	0,0005	88,69

C. Penentuan Komponen Kritis Mesin Filling R-24 A

Penentuan komponen kritis mesin filling R-24 A dilakukan dengan memperhatikan 3 kriteria yaitu:

1. Apakah kerusakan komponen mempengaruhi keseluruhan produksi?
2. Ketersediaan spare part komponen sulit didapatkan?
3. Apakah komponen mudah untuk di maintenance?

Berdasarkan kriteria tersebut, maka didapatkan 10 komponen kritis pada mesin filling R-24 A yang tertera dalam tabel 5.

D. Pembuatan RCM II Information worksheet

Pembuatan RCM II Information Worksheet dilakukan untuk mengetahui fungsi, kegagalan fungsi, modus kegagalan dan efek kegagalan pada masing-masing komponen kritis seperti dalam tabel 6. Pembuatan RCM II Information worksheet dilakukan dengan melakukan brainstorming dengan pihak perusahaan terutama departemen teknik .

E. Pembuatan RCM II Decision Worksheet

Pembuatan RCM II Decision Worksheet dilakukan untuk memilih jenis kegiatan maintenance yang sesuai dengan masing-masing failure mode seperti yang tertera dalam tabel 7.

F. Perhitungan Mean Time To Failure (MTTF)

Perhitungan MTTF dilakukan untuk mengetahui rata-rata waktu kerusakan dari masing-masing komponen seperti dalam tabel 8. Perhitungan MTTF diawali dengan melakukan fitting distribusi menggunakan software weibull ++6.

Tabel 4.
Perhitungan OEE mesin *filling* R-24 A

Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
January	79.26	88.65	98.44	69.17%
February	83.93	94.01	97.80	77.17%
March	83.32	92.22	97.94	75.25%

Tabel 5.
Komponen Kritis Mesin *Filling* R-24 A

No	Komponen	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3
1	Pompa Transfer	V	V	V
2	Cap Presser	V	V	V
3	Screw Blower	V	V	V
4	Starwheel	V	V	V
5	Motor	V	V	V
6	Conveyor	V	V	V
7	PLC	V	V	V
8	Valve Actuator Sensor	V	V	V
9	Pneumatic Hose	V	V	V
10	Regulator	V	V	V

Tabel 6.
RCM II *Information Worksheet*

RCM II <i>Information Worksheet</i>	Sistem: Mesin <i>Filling</i> R-24 A	Departemen: Teknik PT X	
		Nama Kegiatan: Proses <i>Filling</i>	

No	Komponen	Function	Functional Failure	Failure mode	Failure Effect
1	Pompa Transfer	memompa larutan kosmetik dari tangki <i>hopper</i> menuju <i>filling nozzle</i>	Tidak dapat memompa larutan kosmetik menuju <i>filling nozzle</i>	Mechanical Seal Bocor	Cairan merembes keluar dan tidak dapat dialirkan ke <i>filling nozzle</i>

Selanjutnya data *time to failure* masing-masing komponen dimasukkan ke dalam software *weibull* seperti contoh pada gambar 2 yang gunanya untuk mengetahui jenis distribusi data dan nilai parameter distribusi.

Selanjutnya akan didapatkan nilai parameter distribusi dari data *time to failure* komponen yang terdapat dalam gambar 3. Kemudian nilai tersebut dimasukkan kedalam tabel seperti pada tabel 9.

Setelah mendapatkan nilai parameter dari masing-masing komponen maka dilakukan perhitungan nilai MTTF dengan rumus berikut:

- 1) *Distribusi Weibull*
Distribusi Weibull

$$MTTF = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (1)$$

- 2) *Distribusi Normal*
Distribusi Normal

$$MTTF = \mu \quad (2)$$

Tabel 7.
RCM II *Decision Worksheet*

Sistem: Mesin <i>Filling</i> R-24 A																						
RCM II <i>Worksheet</i>												Date										
Fungsi sistem: Melakukan pengisian cairan																						
Information Reference	Consequence Evaluation	H1	H2	H3	Default Action	No	Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O	E1	E2	E3	H4	H5	S4	Proposed Task	
																						O1
1	Pompa Transfer	1	A	1	Y	N	N	Y	Y													

Tabel 8.
Data *Time To Failure* Komponen

Komponen	Time to Failure Ke-					
	1	2	3	4	5	6
Pompa transfer	0	2016	2640
Cap presser	0	1720	2432	1328	2304	...
Screw blower	0	2112	2032	2000	1712	...

Tabel 9.
Rekapitulasi Nilai Parameter Distribusi

No	Komponen	Distribusi	η	β	μ	σ
1	Pompa Transfer	Weibull 2	2526.9303	4.6910		
2	Screw Blower	Weibull 2	2024.7928	6.5736		

Tabel 10.
Rekapitulasi Nilai MTTF Komponen

No	Komponen	MTTF (Hour)
1	Pompa Transfer	2334.13
2	Screw Blower	1889.13
3	Motor	1901.90

Tabel 11.
Rekapitulasi Nilai MTTR Komponen

No	Komponen	MTTR
1	Pompa Transfer	3,9606
2	Screw Blower	2,2793
3	motor	4,1085

3) *Distribusi Lognormal* Distribusi Lognormal

$$MTTF = tmed \exp \left(\frac{s^2}{s} \right) \quad (3)$$

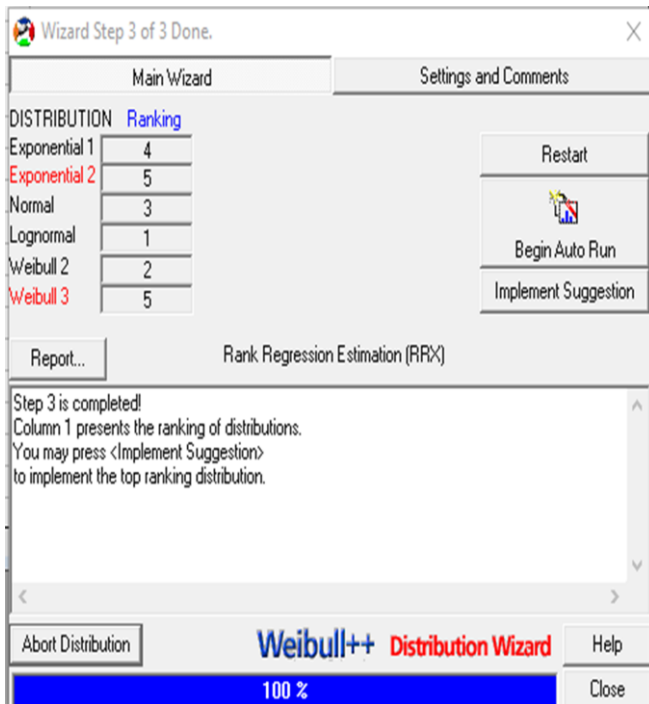
Kemudian hasil dari perhitungan nilai MTTF dimasukkan kedalam tabel 10 dan tabel 12.

G. *Perhitungan Nilai MTTR*

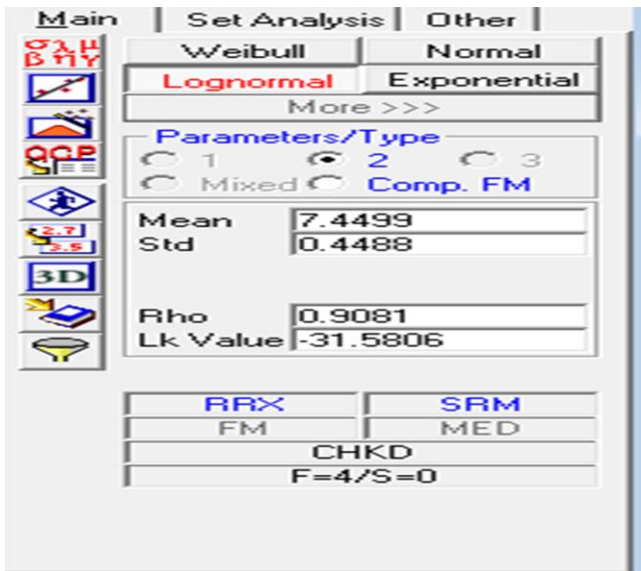
Perhitungan MTTR dilakukan untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan pada masing-masing komponen. Perhitungan nilai MTTR dilakukan seperti melakukan perhitungan nilai MTTF dalam tabel 11.

H. *Perhitungan Nilai Keandalan Sistem*

Perhitungan nilai keandalan komponen dan sistem dilakukan berdasarkan data kondisi eksisting yang sudah diolah dengan rekomendasi waktu 1920 jam (20 hari kerja, 8 jam/hari, selama 1 tahun). Untuk mengetahui susunan antar komponen kritis,



Gambar 4. Fitting Distribusi Data Time To Failure.



Gambar 4. Nilai Parameter Distribusi.

maka dibuat *Reliability Block Diagram* seperti dalam gambar 4.

Perhitungan Keandalan Masing- Masing komponen dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

a. Distribusi Weibull

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \quad (4)$$

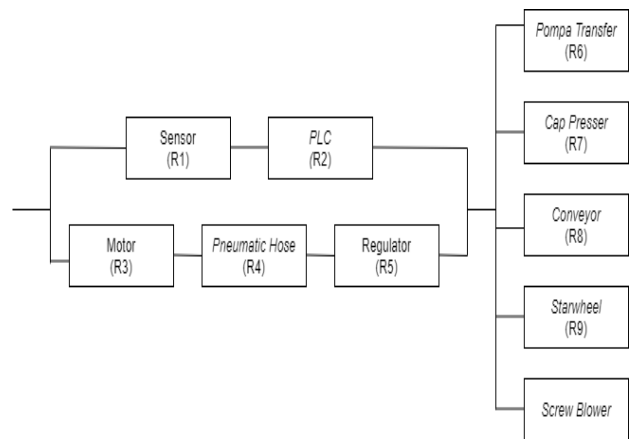
b. Distribusi Normal

$$R(t) = 1 - \varphi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) \quad (5)$$

c. Distribusi Lognormal

$$R(t) = 1 - \varphi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \quad (6)$$

Maka didapatkan nilai $R(t)$ untuk masing-masing komponen. Perhitungan nilai keandalan sistem dilakukan dengan



Gambar 2. RBD Mesin *Filling R-24 A*.

memperhatikan nilai keandalan komponen yang tersusun secara seri dan paralel.

a. Keandalan Susunan Seri

$$R_s = R_a \times R_b \times R_c \quad (7)$$

b. Keandalan Susunan Paralel

$$R_p = 1 - [(1 - R_a) \times (1 - R_b) \times (1 - R_c)] \quad (8)$$

Maka didapatkan nilai keandalan mesin *filling R-24 A* adalah sebesar 0,506 atau 50,6%.

I. Perhitungan Interval Waktu Perawatan

Perhitungan interval waktu perawatan komponen dilakukan berdasarkan masing-masing jenis kegiatan yang didapatkan dari RCM II *Decision Worksheet*.

1) *Interval Pemeliharaan Scheduled On-Condition Task*
Interval Pemeliharaan *Scheduled On-Condition Task*

$$\text{Interval waktu} = \frac{1}{2} p - f \quad (9)$$

Nilai P-F Interval didapatkan dari pengalaman pekerja departemen Teknik seperti dalam tabel 13.

2) *Interval Perawatan Scheduled Restoration Task*

Interval Perawatan *Scheduled Restoration Task* memperhatikan keandalan dibawah 70% mengikuti standar industri nasional yang ada dalam tabel 14 dan tabel 15.

3) *Interval Perawatan Scheduled On-Discard Task*

Perhitungan interval waktu perawatan untuk komponen dengan *scheduled on discard task* adalah sebagai berikut yang kemudian dimasukkan kedalam tabel 16.

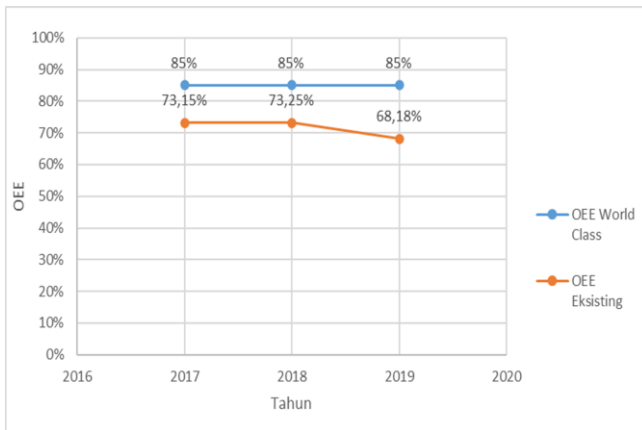
$$TM = \eta x \frac{CM}{CF(\beta - 1)} \quad (10)$$

J. Perhitungan Biaya

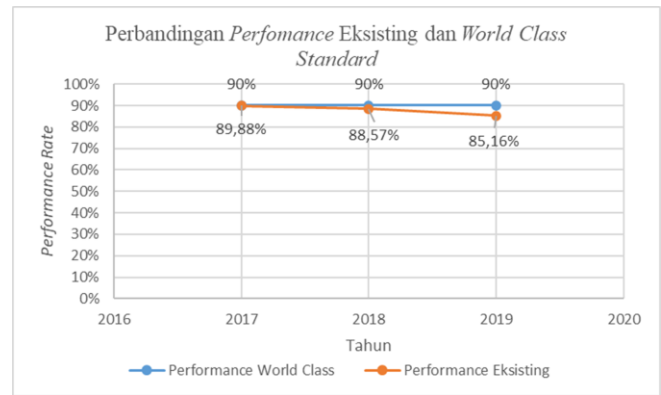
Perhitungan biaya dilakukan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan pada kondisi eksisting dan setelah rekomendasi. Perhitungan biaya mempertimbangkan interval perawatan setiap komponen mesin. Hal-hal yang dipertimbangkan antara lain:

$$CM = CR + CW + Co \quad (11)$$

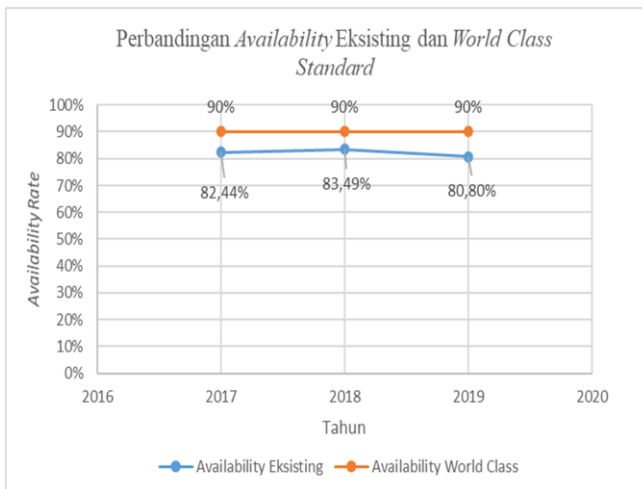
CM : Biaya Maintenance



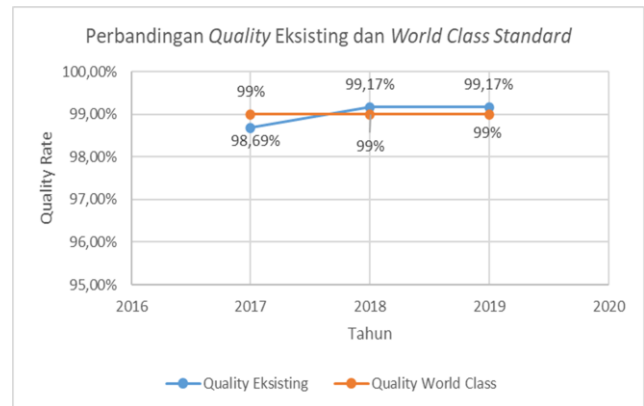
Gambar 8. Grafik Nilai OEE Mesin Filling R-24 A.



Gambar 6. Grafik Performance Rate Mesin Filling R-24 A.



Gambar 8. Grafik Availability Rate Mesin Filling R-24 A.



Gambar 6. Grafik Quality Rate Mesin Filling R-24 A.

CR : Biaya Perbaikan Atau Penggantian
 CO : Biaya Kehilangan Produksi

Biaya Perawatan kondisi Eksisting adalah

CM : Rp. 156.600.000 + Rp. 36.426.805 + Rp. 7.285.361
 : Rp. 200.312.166

Biaya Perawatan Setelah Rekomendasi adalah

CM : Rp. 156.600.000 + Rp. 1.150.000 + Rp. 9.147.774
 : Rp. 166.897.744

IV. ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

A. Analisa Nilai OEE Kondisi Eksisting

Rata-rata nilai OEE yang dicapai PT X pada kondisi eksisting dibandingkan dengan *world class standar* terdapat dalam gambar 5. Pada tahun 2017 hingga 2019 nilai OEE mesin *filling* R-24 A masih berada dibawah *world class standar*. Pada tahun 2017 nilai OEE kondisi eksisting sebesar 73,15%, pada tahun 2018 sebesar 73,25%, dan pada tahun 2019 sebesar 68,18%. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh nilai parameter *availaibility*, *performance* dan *quality* dari mesin.

1) Analisis Parameter Availability Rate

Dalam gambar 6 ditunjukkan bahwa nilai *availability* pada tahun 2017 adalah 82,44%, pada tahun 2018 sebesar 83,49% dan pada tahun 2019 sebesar 80,8%. Terdapat beberapa faktor

yang mempengaruhi nilai *availability* antara lain waktu *equipment failure* dan waktu *setup* dan *adjustment*. Waktu yang dibutuhkan untuk *setup* dan *adjustment* mesin *filling* R-24 A sebelum digunakan membutuhkan waktu 20-30 menit. Waktu *setup* ini tergolong lebih lama dibandingkan dengan waktu *setup* dan *adjustment* mesin *filling* pada lini produksi lainnya.

2) Analisis Parameter Performance Rate

Dalam gambar 7 ditunjukkan bahwa nilai *performance* pada tahun 2017 sebesar 89,88%. Pada tahun 2018 sebesar 88,57%, dan pada tahun 2019 sebesar 85,16%. Nilai ini masih dibawah *world class standar* sebesar 90%. Grafik nilai *performance* mesin *filling* R-24 A menunjukkan penurunan setiap tahunnya. Perusahaan menurunkan pengaturan kecepatan mesin sehingga waktu aktual produksi eksisting dan yang seharusnya mengalami penurunan. Pada kondisi eksisting waktu yang diperlukan untuk memproduksi satu produk adalah 3 detik dari yang seharusnya 1,8 detik. Tentunya hal ini berdampak pada penurunan jumlah produksi harian.

3) Analisis Parameter Quality Rate

Dalam gambar 8 ditunjukkan bahwa nilai *quality rate* perusahaan pada tahun 2017 adalah sebesar 98,69 %, pada tahun 2018 sebesar 99,17%, dan pada tahun 2019 juga sebesar 99,17%. Umumnya pada proses pengisian mesin *filling*, dilakukan *rework* pada produk dengan *volume* yang tidak sesuai standard. Hal ini biasanya disebabkan oleh *transfer pump* mesin *filling* yang mengalami kerusakan, ataupun kerusakan pada *PLC* yang menyebabkan setelan program berubah dengan sendirinya. Kecacatan pada produk juga dapat terjadi akibat

Tabel 12.
Nilai Keandalan Komponen

No	Komponen	R(t)
1	Pompa Transfer	0.7591
2	Screw Blower	0.4940
3	motor	0.4020

Tabel 13.
Rekapitulasi Interval Perawatan *Scheduled On-Condition Task*

No	Komponen	Komponen	Interval	Proposed
			P-F (Tahun)	Interval (Tahun)
1	<i>Scheduled on condition task</i>	Motor	1	0,5
		Regulator	2	1
		Conveyor	1	0,5
		Pompa transfer	2	1
		PLC	1	0,5

human error yaitu kesalahan pengaturan *control panel* yang dilakukan oleh operator mesin.

B. Analisis Keterkaitan Antar Komponen

Masing-masing komponen tersusun secara seri maupun paralel terhadap komponen lainnya. Komponen motor, *pneumatic hose* dan *regulator* tersusun secara seri. Komponen motor merupakan komponen yang berada pada posisi utama yang menerima arus listrik. Motor yang menyala kemudian akan membantu kompresor dalam melakukan kompresi udara. Udara yang terkompresi akan melalui *pneumatic hose* sebagai jalan udara menuju mesin, kemudian mesin *regulator* akan mengatur tekanan udara yang masuk. Setelah tekanan udara yang masuk sudah sesuai, maka komponen akan beroperasi. Sedangkan *valve actuator* sensor dan PLC akan tersusun secara seri. Sensor akan mendapat tenaga dari listrik kemudian akan mendeteksi input. *Input* akan diteruskan menuju PLC, dan PLC akan menerjemahkan *input* yang diberikan, baik dari sensor sendiri maupun input yang diberikan operator melalui *control panel*. Apabila motor tidak berfungsi maka akan terjadi kegagalan pada keseluruhan komponen dan menyebabkan mesin tidak dapat menyala.

C. Analisis RCM II Information Worksheet

RCM II *Information worksheet* merupakan *tools* yang digunakan untuk mengetahui *failure mode* setiap komponen dan dampak yang ditimbulkan pada sistem. *Information worksheet* dibuat dalam bentuk *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk mengetahui fungsi komponen dalam sistem, kegalan sistem, dan akibat dari kegagalan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan FMEA, penyebab kegagalan dapat digolongkan menjadi 2, yaitu kegagalan yang bersifat fungsional, dan kegagalan yang disebabkan oleh umur pakai komponen. Setiap modus kegagalan memiliki *Risk Priority Number* masing-masing, dimana nilai *risk priority number* terbesar adalah pada modus kegagalan robeknya selang angin utama pada komponen *pneumatic hose*. Resiko dari masing-masing kegagalan dijadikan acuan perusahaan dalam melakukan kegiatan pemeliharaan.

Tabel 14.
Simulasi *Scheduled Restoration Task* Komponen *Cap Presser*

Mesin Komponen	<i>Filling R-24A Cap Pressure</i>						
	n	t	t- (nT)	R(t)	R(t)^n	R(t- nT)	Rm(t)
0	0	0	1	1	1	1	1
0	200	200	0.9998	1	0.9998	0.9998	0.9998
0	400	400	0.9979	1	0.9979	0.9979	0.9979
0	600	600	0.9908	1	0.9908	0.9908	0.9908
0	800	800	0.9739	1	0.9739	0.9739	0.9739
0	1000	1000	0.9418	1	0.9418	0.9418	0.9418
0	1200	1200	0.8896	1	0.8896	0.8896	0.8896
0	1300	1300	0.8548	1	0.8548	0.8548	0.8548
0	1400	1400	0.8140	1	0.8140	0.8140	0.8140
0	1500	1500	0.7672	1	0.7672	0.7672	0.7672
0	1600	1600	0.7148	1	0.7148	0.7148	0.7148
1	1700	0	0.6575	0.6575	1.0000	0.6575	0.6575

D. Analisis Perhitungan MTTF

Perhitungan MTTF dilakukan untuk mengetahui rata-rata waktu kerusakan pada setiap komponen yang ada di PT X. Terdapat 10 komponen kritis pada mesin *filling R-24 A*. Komponen-komponen tersebut memiliki data *time to failure* yang berbeda. Masing-masing data memiliki jenis distribusi yang berbeda pula berdasarkan hasil *fitting* distribusi yang telah dilakukan sebelumnya. Terdapat 7 komponen dengan jenis distribusi weibull 2 parameter yaitu *screw blower*, *cap presser*, *starwheel*, *PLC*, *Valve Actuator Sensor*, *pneumatic hose* dan *regulator*. Distribusi lognormal terdiri dari 2 komponen yaitu pompa transfer dan *motor*, dan satu komponen berdistribusi normal yaitu komponen *conveyor*. Perhitungan MTTF masing-masing komponen dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan MTTF yang sesuai dengan jenis distribusi setiap komponen. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai MTTF terkecil adalah komponen pompa transfer sebesar 1460,14 jam dan nilai MTTF terbesar pada komponen *regulator* sebesar 2701.37 jam. Nilai MTTF ini digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan kalender perawatan

E. Analisis Perhitungan MTTR

Perhitungan MTTR dilakukan untuk mengetahui rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan pada setiap komponen yang ada di PT X. Terdapat 10 komponen kritis pada mesin *filling R-24 A*. Komponen-komponen tersebut memiliki data *time to failure* yang berbeda. Masing-masing data memiliki jenis distribusi yang berbeda pula berdasarkan hasil *fitting* distribusi yang telah dilakukan sebelumnya. Terdapat 7 komponen dengan jenis distribusi weibull 2 parameter, yaitu pompa transfer, *conveyor*, *cap presser*, *PLC*, *Valve Actuator Sensor*, *pneumatic hose* dan *regulator*. Distribusi lognormal terdiri dari 2 komponen yaitu *screw blower* dan *motor*, dan satu komponen berdistribusi normal yaitu komponen *starwheel*. Perhitungan MTTR masing-masing komponen dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan MTTR yang sesuai dengan jenis distribusi setiap komponen. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai MTTR terkecil adalah komponen *conveyor*

Tabel 15.

Rekapitulasi Interval Perawatan Scheduled Restoration Task			
No	Komponen	Proposed Task	Interval Perawatan
1	Cap Presser	Scheduled Restoration Task	1700 jam
2	Valve Actuator Sensor	Scheduled Restoration Task	1700 jam

Tabel 16.

Rekapitulasi Interval Perawatan Scheduled-On Discard Task			
No	Komponen	Proposed Task	Interval Perawatan
1	Pneumatic Hose	Scheduled on Discard Task	2274,314 jam
2	Screw Blower	Scheduled on Discard Task	1553,3969 jam

Tabel 17.

Estimasi Peningkatan Availability Rate Mesin Filling R-24 A			
Komponen Availability	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	
Total waktu breakdown	123,92 jam	0	
Total waktu setup and adjustment	138,72 jam	1381,72 jam	
Equipment operating time	1330,36 jam	1452,2 jam	
Availability Rate	83,49%	91,20%	

yaitu sebesar 2,0542 jam dan nilai MTTR terbesar pada komponen motor sebesar 4,1085 jam. Nilai MTTR ini digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan kalender perawatan.

F. Analisis Interval Waktu Perawatan

Terdapat 6 komponen dengan interval perawatan *scheduled on condition*, 2 komponen dengan perawatan *scheduled on discard* dan 1 komponen dengan perawatan *scheduled on restoration task*. Dan 1 komponen dengan *No Scheduled Maintenance*. Pemeliharaan *screw blower* dilakukan dengan melakukan penggantian komponen pada interval waktu 1553 jam, untuk komponen *pneumatic hose* dan 2274 jam pada komponen *screw blower*. Untuk komponen *motor*, *PLC*, dan *conveyor* kegiatan *scheduled on condition* pada interval waktu 960 jam. Untuk komponen pompa transfer dan regulator, dilakukan *scheduled on condition task* pada interval waktu 1920 jam. Rekomendasi waktu ini berdasarkan pengalaman karyawan departemen teknik dalam memperhatikan P-F interval untuk komponen-komponen tersebut. Perawatan untuk komponen *cap presser* dan *valve actuator sensor* adalah *scheduled on restoration* pada interval waktu 1700 jam, sedangkan untuk komponen *starwheel* dilakukan *no scheduled maintenance* karena dirasa tidak ada jenis pemeliharaan untuk komponen *starwheel* yang dinilai lebih ekonomis dibandingkan dengan *no scheduled maintenance*.

G. Analisis Biaya Perawatan

Berdasarkan hasil perhitungan biaya perawatan kondisi eksisting dan rekomendasi, didapatkan nilai efisiensi biaya sebesar 16,68 % dengan total penghematan sebesar Rp. 33.308.442. Hal ini terjadi karena pada kondisi eksisting

Tabel 18.

Estimasi Peningkatan Performance Rate Mesin Filling R-24 A		
Komponen Performance Rate	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Total operating time	1330,36 jam	1452,2 jam
Total production amount	2.352.306 unit	2.593.214 unit
Performance Rate	88,57%	89,16%

Tabel 19.

Estimasi Peningkatan Quality Rate Mesin Filling R-24 A		
Komponen Quality Rate	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Total production amount	2.352.306 unit	2.593.214 unit
Total Product Defect	19.576 unit	19.576 unit
Jumlah Produk Baik	2.332.730 unit	2.573.638
Performance Rate	99,17%	99,24%

Tabel 20.

Estimasi Peningkatan OEE Mesin Filling R-24 A		
Parameter	Sebelum Perbaikan (%)	Sesudah Perbaikan (%)
Availability Rate	83.49	91.2
Performance Rate	88.57	89.16
Quality Rate	99.17	99.24
OEE	73,25%	80.69%

umumnya dilakukan kegiatan *corrective maintenance* yaitu kegiatan pemeliharaan setelah terjadi kerusakan, sehingga komponen biasanya sudah dalam keadaan yang tidak baik dan tak jarang harus dilakukan penggantian. Sedangkan pada kegiatan rekomendasi, dilakukan kegiatan *preventive maintenance* untuk mencegah terjadinya kerusakan sebelum sampai pada rentang waktu MTTF komponen tersebut. Menurut pihak perusahaan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan *preventive maintenance* sekitar 20% dari harga komponen, sehingga terjadi penghematan.

H. Estimasi Peningkatan Nilai OEE

Dengan mengasumsikan adanya *zero breakdown* setelah menerapkan kegiatan RCM yang telah diusulkan, sebagai contoh menggunakan data pada tahun 2018, maka akan terjadi peningkatan nilai *availability* seperti dalam tabel 17.

Peningkatan *availabilitas* mesin tentunya akan berpengaruh pada performansi perusahaan. Tidak adanya *unplanned breakdown* berpengaruh pada peningkatan *operating time*. Peningkatan *operating time* tentunya akan menambah jumlah *output* produksi. Berikut dalam tabel 18 merupakan perbandingan nilai *performance rate* kondisi eksisting dan setelah rekomendasi.

Terjadi peningkatan *performance rate* dari yang semula 88,57% menjadi 89,16%. Peningkatan *production amount* juga akan mempengaruhi *quality rate* perusahaan. Dengan mengasumsikan bahwa jumlah produk *rework* atau cacat tetap dan *production amount* bertambah, maka akan didapatkan nilai parameter *quality rate* rekomendasi seperti dalam tabel 19.

Estimasi peningkatan *quality rate* adalah sebesar 0,7% dari yang semula 99,17% menjadi 99,24%. Perubahan pada nilai *availabilty rate*, *performance rate* dan *quality rate* tentunya akan mempengaruhi nilai OEE. Perhitungan estimasi nilai OEE

setelah adanya rekomendasi adalah seperti dalam tabel 20. Estimasi peningkatan nilai OEE adalah sebesar 7,44% dari nilai kondisi eksisting sebesar 73,35% menjadi 80,69%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan dari penelitian ini antara lain: (1) Nilai Efektifitas mesin *filling* R-24 A pada tahun 2017 adalah sebesar 73,15%, pada tahun 2018 sebesar 73,25% dan pada tahun 2019 sebesar 68,16%. (2) Perancangan aktivitas perawatan untuk masing-masing komponen mesin *filling* R-24 A didapatkan berdasar jenis *proposed task* pada RCM II *decision worksheet*. Terdapat 5 komponen dengan aktivitas pemeliharaan *scheduled on condition task* antara lain komponen *motor*, *regulator*, pompa transfer, *conveyor*, dan *PLC*. Komponen dengan aktivitas pemeliharaan *scheduled on restoration task* dilakukan pada 2 komponen yaitu komponen *cap presser* dan *valve actuator sensor*, dan 2 komponen dengan aktivitas pemeliharaan *scheduled on discard task* yaitu komponen *pneumatic hose* dan *screw blower*. (3) Interval perawatan untuk masing-masing komponen didapat dari hasil perhitungan berdasarkan *proposed task* pada RCM II *decision worksheet*

dan diskusi dengan pihak departemen teknik. Didapatkan interval perawatan untuk komponen *motor*, *conveyor* dan *PLC* adalah 960 jam, interval perawatan pompa transfer dan regulator adalah 1920 jam, *cap presser* dan *valve actuator sensor* pada interval waktu 1700 jam, *screw blower* pada 1553 jam dan *pneumatic hose* pada 2274 jam. (4) Estimasi peningkatan OEE dengan menggunakan contoh data pada tahun 2018 adalah sebesar 7,44%.

B. Saran

Berikut ini merupakan saran yang diberikan bagi perusahaan: (1) Melakukan pencatatan waktu kerusakan setiap mesin dan dampaknya secara rapi dan teratur sehingga mempermudah perusahaan dalam menganalisis keandalan mesin; (2) Melakukan kegiatan perawatan di luar shift kerja sehingga tidak terjadi kehilangan biaya akibat kegiatan operasional yang tidak berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. H. Afiva, F. T. D. Atmaji, and J. Alhilman, "Usulan interval preventive maintenance dan estimasi biaya pemeliharaan menggunakan metode reliability centered maintenance dan fmeca," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 2, pp. 213–223, 2019.